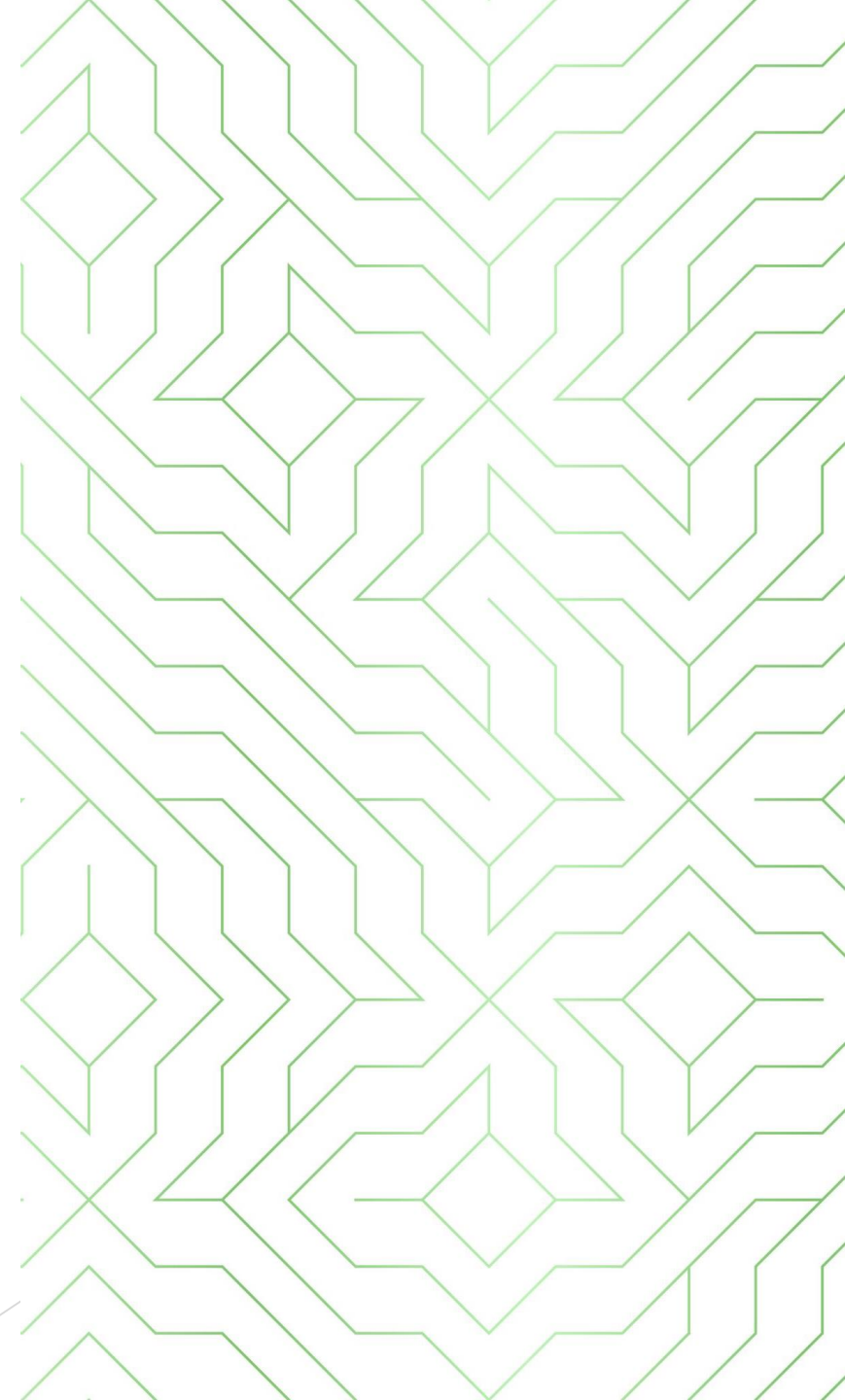


Preživljavanje biljaka u uslovima plavljenja

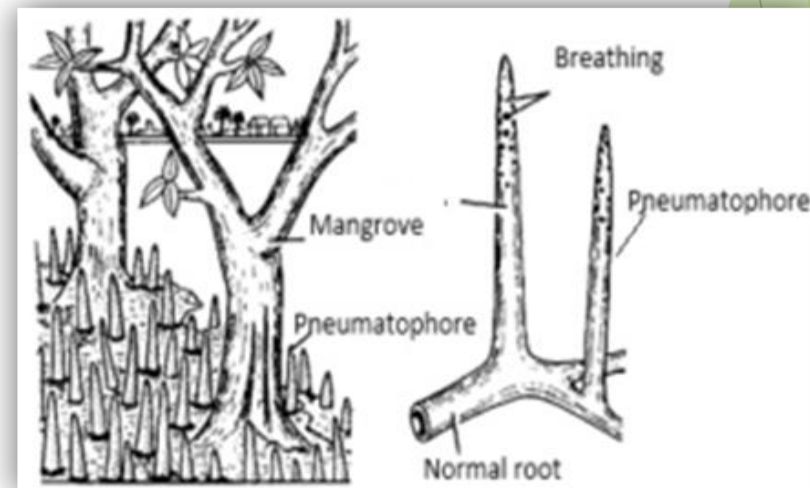


UVOD

- ▶ Pri prekomjernoj količini vode u zemljištu tj. pri plavljenju ili podizanju nivoa podzemnih voda, osnovni problem je stvaranje anaerobnih uslova koji ne pogoduju funkcionisanju korijenovog sistema.
- ▶ Prisustvo kiseonika omogućava proces disanja i obezbjeđivanja potrebne energije. Pored kiseonika u zemljištu je važno i prisustvo CO₂ koji sa vodom daje ugljenu kiselinu koja povećava razlaganje mnogih minerala u vodi



- ▶ Korijen koji se razvija u slabo aerisanom zemljištu ima veći prečnik i više međucelijskih prostora ispunjenih vazduhom.
- ▶ Kod jakog nedostatka kiseonika, na primjer pri dužem plavljenju, dolazi do degeneracije korijena a ponekad i do negativnog geotropizma (rast korijena prema površini) i formiranja tzv. pneumatofora - korijenova za disanje.
- ▶ To su zapravo potporni korijenovi čiji djelovi izbijaju iz zemlje i prekriveni su lenticelama. U ovim uslovima dolazi i do značajnijeg smanjenja rasta korijena, naročito pri smanjenju koncentracije kiseonika ispod 15% u atmosferi zemljišta.



- ▶ Biljke koje su otporne na nedostatak kiseonika obrazuju nove korijenove sa unutrašnjim kanalom (aerenhim) u koji kiseonik ulazi iz nadzemnog djela .
- ▶ Neke biljke su prilagođene na povremeno plavljenje a druge na dugotrajnije i mogu da imaju optimalni porast i u ovakvim uslovima.
- ▶ Takve biljke koriste kiseonik rastvoren u vodi (vrbe, topole, jasen, trske).
- ▶ Duže zadržavanje vode u zemljištu dovodi i do pogoršanja njegovih fizičkih osobina a često i do zaslanjivanja.

Primjer 1. Razvoj korijena i izdanaka vrsta Rumex pod vodenim uslovima

1.Uvod

- ▶ Riječna područja u Holandiji imaju jako fluktuirajuće vodostaje i ponekad postaju poplavljena.
- ▶ Tokom zime ove su poplave manje ili više predvidljive, dok ljeti i učestalost i trajanje poplava su nestalne.
- ▶ Na ovim područjima vrste Rumex raspoređene su uz gradijent poplave. Rumex acetosa se nalazi na visokim, rijetko poplavljenim nasipima i riječnim nasipima; Rumex palustris se javlja na vrlo niskim nivoima, često preplavljen. Rumex crispus ima srednju poziciju.



Rumex acetosa



Rumex palustris



Rumex crispus

2.CILJ

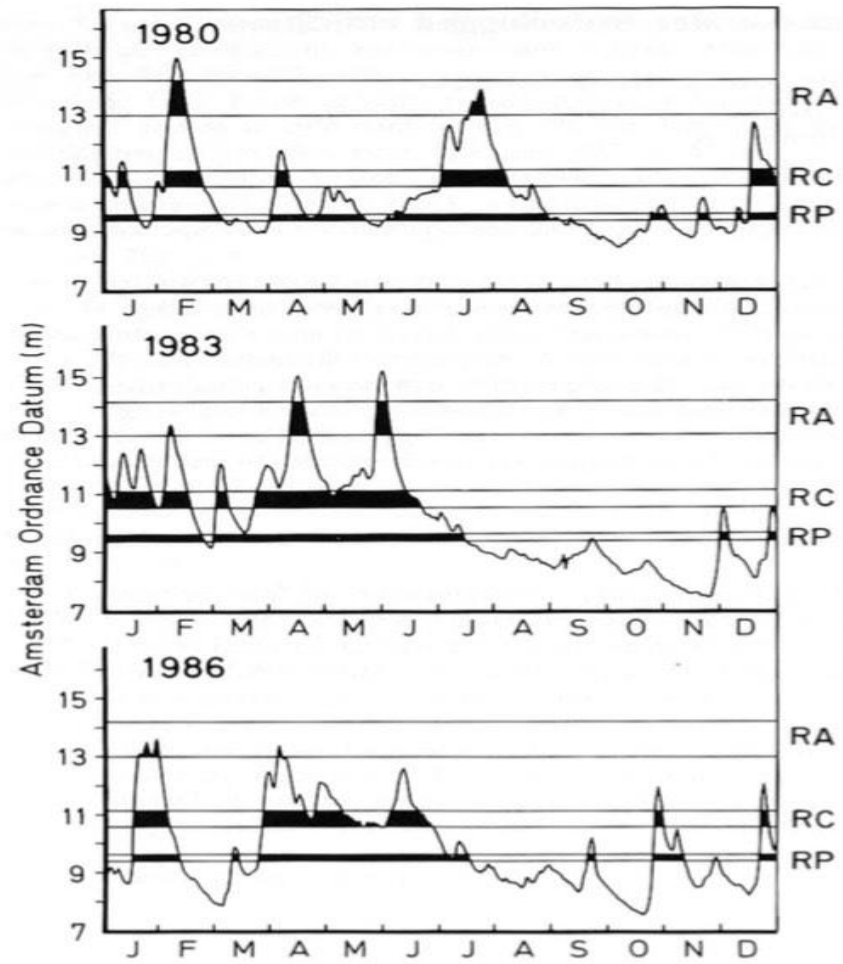
- Cilj rada jeste utvrđivanje odgovora *Rumex acetosa*, *Rumex crispus* i *Rumex palustris* na različite nivoe preplavlivanja koji su proučavani u eksperimentu kulture pijeska.



3. Materijali I metode

- ▶ Osmam vrsta Rumexa pojavljuje se u plavljenom području rijeke Rajne u Holandiji. Tri od njih, koje rastu na različitim rječnim nivoima izabrani su za ovo ispitivanje.
- ▶ Aheni sa periantima tri vrste Rumex prikupljeni su 1985. u riječnom području.
- ▶ Uzorci su čuvani u mraku na sobnoj temperaturi do upotrebe.
- ▶ Smjese ahena iz nekoliko biljaka po vrstama koje pripadaju po jednoj riječnoj populaciji korišćeni su u eksperimentima.





Promjena nivoa vode rijeke Rajne I položaji tri vrste Rumex

▶ 4. Eksperimenti

- ▶ Eksperiment kulture pijeska u stakleniku osmišljen je kako bi se utvrdile razlike u odgovorima tri vrste Rumex na različiti nivoe plavljenja.
- ▶ Rumex ahene posijane su u PVC staklene tegle (dubina 50 cm; promjer 16 cm).
- ▶ Svaka tegla sadržala je po pet sjemenki I za svaku vrstu Rumexa pripremljeno je 30 tegli.
- ▶ Sedam sedmica nakon sijanja, biljke su bile izložene različitim režimima vode.
- ▶ Bilo je devet tegli po vrsti smještenih u kontejnere s Hoaglandovim rastvorom od 0,1 cm jačine, 25 cm dubine (djelomično preplavlivanje PW);
- ▶ Stavljeno je još devet tegli u kontejnere s Hoaglandovim rastvorom jačine 0,1, dubine 50 cm. (preplavlivanje W).
- ▶ 12 preostalih tegli nisu smještene u kontejnere s Hoaglandovim rastvorom (kontrola C).

- ▶ Tretmani su nastavljani maksimalno 40 dana
- ▶ Poslije branja monolit tla je ispran na ploči. Nakon pranja, ukupni korijenski sistem podijeljen je na pet vertikalnih slojeva od po 10 cm.
- ▶ Određena je suva masa (72 sata na 80 ° C) izdanaka i korijena po sloju, i dužina korijena po sloju.
- ▶ Izmjerena je i površina lista, izmjereni su i broj listova, i dužina najvećeg lista
- ▶ U odvojenom eksperimentu u stakleniku, utvrđena je dužina novih korijena razvijenih nakon preplavljanja vodom.
- ▶ Šest sedmica nakon sjetve, biljke su stavljene u kontejnere sa Hoaglandovim rastvorom jačine 0,1 jačine, dubine 13 cm (tretman navodnjavanja).
- ▶ Dana 7, 14, 21 i 35 nakon započinjanja tretmana navodnjavanja, ubrane su četiri biljke *R. acetosa* i ubrano je po pet biljaka *R. crispus* i *R. palustris*.
- ▶ Tokom ove berbe, izmjerena je dužina novih korijena proizvedenih tokom tretmana. Ovi novi korijeni razlikovali su se od starijih po boji i prečniku.

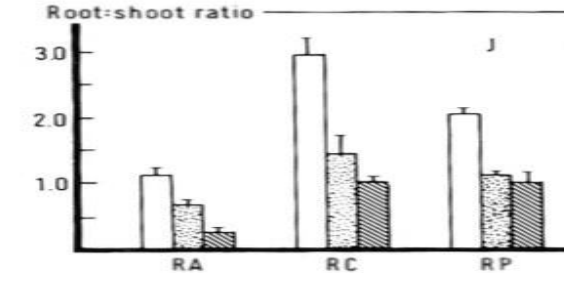
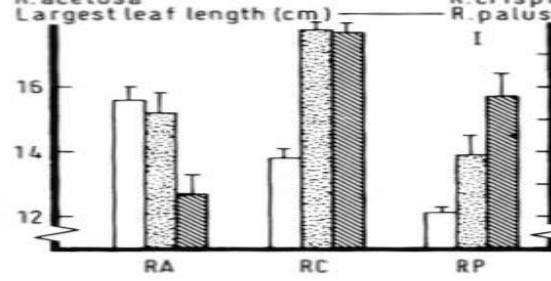
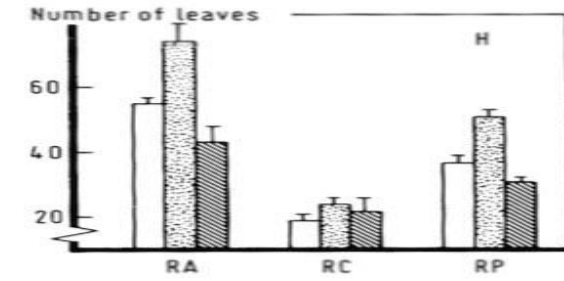
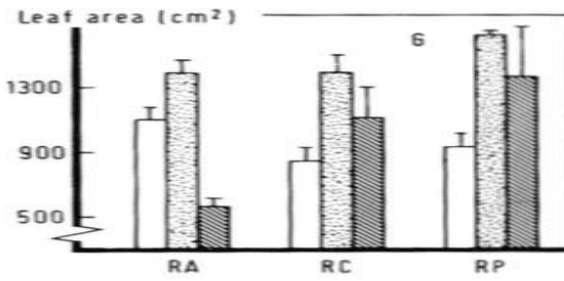
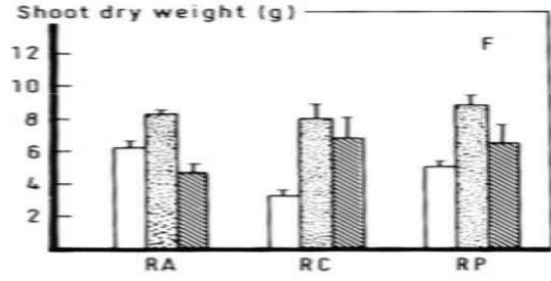
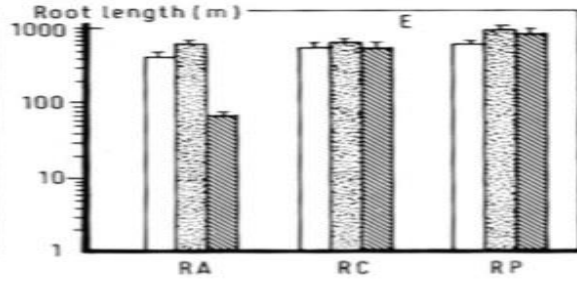
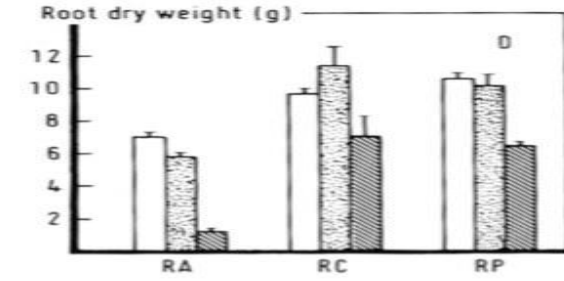
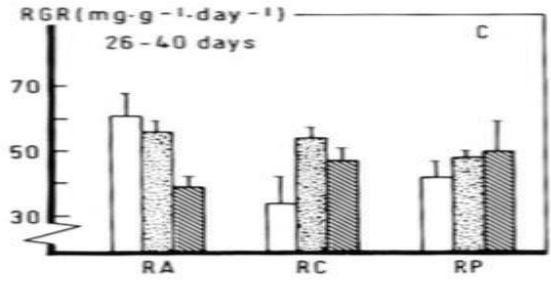
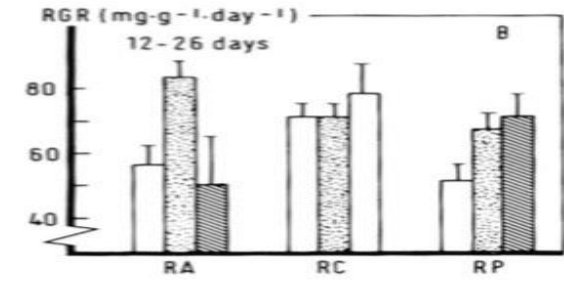
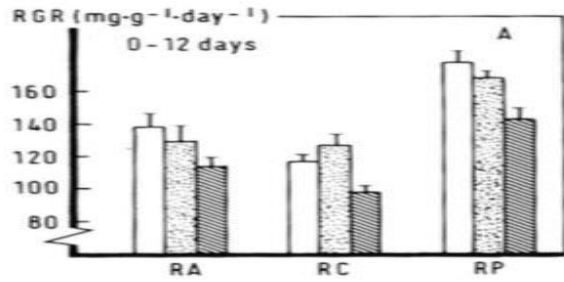
► 5. Rezultati

- Korijski sistem tri vrste Rumex izloženih tretmanu su bili morfološki i strukturno različiti.
- Novi korijeni razvili su se na glavnom korijenu *R. crispus* i *R. palustris* u roku od 7 dana. Ovi korijeni mogu se podijeliti u dva morfološka tipa: (i) jako razgranato, tanko, površno rastuće korijenje (samo u W tretman); i (ii) debeli, bijeli, slabo razgranati korijeni, koji prodiru u dublje preplavljene slojeve tla (u oba tretmana). Oba tipa su bila vrlo slabo razvijena kod *R. acetosa*.

	Days after waterlogging			
	7	14	21	35
<i>R. acetosa</i> (n=4)	0.1±0.1	0.4±0.1	0.3±0.1	0.4±0.1
<i>R. crispus</i> (n=5)	1.8±0.2	3.1±0.4	15.9±1.1	32.7±6.9
<i>R. palustris</i> (n=5)	2.3±0.4	3.2±0.3	15.0±3.0	19.1±4.6

Dužina novih korijena *R. acetosa*, *R. crispus* i *R. palustris* proizvedeni tokom tretmana preplavlivanja

- ▶ Potapanje I djelimično preplavlivanje rezultiralo je da sve vrste imaju niži RGR(slika A). Tokom posljednjeg perioda (26—40 dana), RGR je pokazao značajnu interakciju. Ta interakcija se može objasniti smanjenim RGR kod Rumex acetosa tokom tretmana preplavlivanja (slika C).
- ▶ Tretman preplavlivanja dovodi do smanjenja suve mase korijena (glavni efekat) svih vrsta Rumex (slika D).
- ▶ Ukupna dužina korijena R. acetosa nakon tretmana preplavlivanja je relativno niska (slika E). Povećanje relativne dužine korijena nakon tretmana u najgornjem sloju tla bilo je uočeno kod R. crispus i R. palustris ali ne i kod R. acetosa.
- ▶ U dubljim slojevima tla(20-50cm) kod Rumex crispus i Rumex palustris smanjuje se relativna dužina korijena a kod Rumex acetosa se primjećuju blage promjene. Samo u najdubljem sloju tla(40-50) R. acetosa je imao smanjenu relativnu dužinu korijena.
- ▶ Rumex acetosa je pokazao relativno malu površinu lista nakon 40 dana tretmana W (slika G).
- ▶ Ova mala površina lista ne uzrokuje manji broj listova (slika H), ali također može objasniti smanjeno povećanjem dužine lista tokom tretmana W (slika I)



▶ **6.Zaključak**

- ▶ Sve istražene vrste Rumex pokazale su smanjeni rast tokom prvih 12 dana podvodnjavanja. Smanjen rast uticao je I na smanjenje broja korijena otpornih na poplave.
- ▶ Zapažamo ograničen rast novih korijena kod Rumex acetosa u periodu od 26 do 40 dana preplavlivanja.
- ▶ Suprotno tome, R. crispus i R. palustris pokazali su značajan razvoj novih korijena otpornih na poplave i „oporavljenu“ stopu rasta tokom ovog perioda.
- ▶ Tokom tretmana PW i W, razvoj glavnog korijena bio je jako smanjen
- ▶ I R. crispus i R. palustris pokazali su značajnu promjenu u vertikalnoj raspodjeli dužine korijena tokom dva vodena tretmana.
- ▶ Male promjene u vertikalnoj raspodjeli dužine korijena R. acetosa W tretmanom ponovo dokazuje da kod ove vrste nije značajan razvoj novih korijena nakon preplavlivanja.

- ▶ Zone *R. palustris* i *R. crispus* su često poplavljene, a zona *R. acetosa* je rijetko poplavljena
- ▶ *Rumex crispus* i *R. palustris* su uspjeli razviti novi korijenski sistem kao odgovor na poplave i otporniji su na poplave..
- ▶ *Rumex acetosa* bio je manje otporan na vodena vlakna; nije pokazao značajan razvoj novih korjena otpornih na poplave i pokazao je vrlo ograničen ukupni rast.
- ▶ Može se zaključiti da stepen otpornosti na podvodnjavanje odgovara njihovoj terenskoj distribuciji.

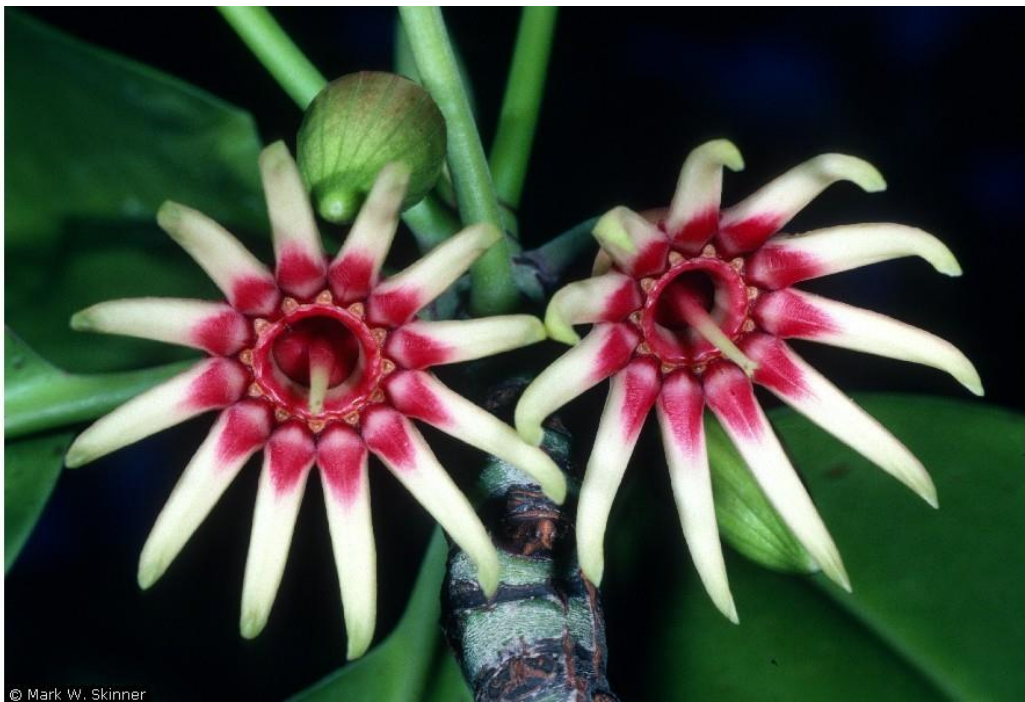
Primjer 2. Rast i fiziološki odgovori dviju vrsta mangrova (*Bruguiera gymnorrhiza* i *Kandelia candel*) na preplavlivanje

1. CILJ

- ▶ Ovaj rad napisan je sa ciljem utvrđivanja znanja o fiziološkim i ekološkim prilagođenostima biljaka na stresne uslove plavljenja, sa akcentom na mangrove.

▶ 2. MATERIJALI I METODE

- ▶ 2003 godine istraživani su fiziološki odgovori dvije vrste mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* i *Kandelia candel* na dužinu plavljenja.
- ▶ Prilikom eksperimenta različite grupe jedinki obje vrste bile su izložene:
 - ▶ 1) suvim uslovima u tajanju od 12 nedjelja (D12W0)
 - ▶ 2) 8 nedjelja u suvim, a 4 u plavnim uslovima (D8W4)
 - ▶ 3) 4 nedjelja u suvim, a 8 u plavnim uslovima (D4W8)
 - ▶ 4) plavnim uslovima u trajanju od 12 nedjelja (D0W12)



© Mark W. Skinner

Bruguiera gymnorrhiza

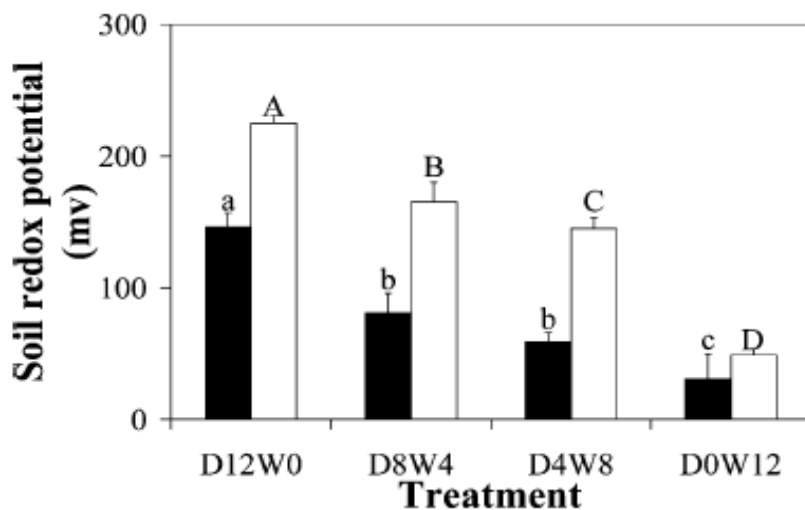


Kandelia candel

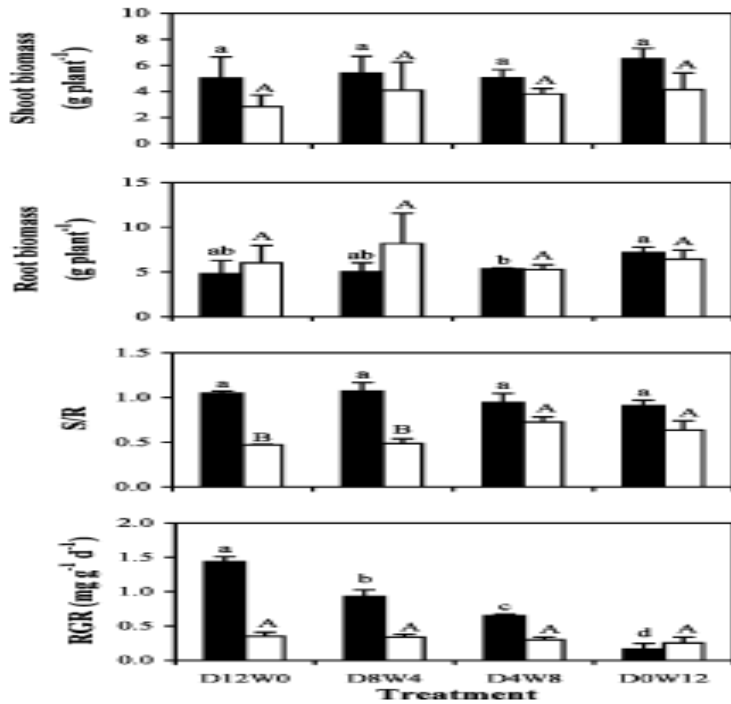
► 3.Rezultati i diskusija

Odgovor na plavljenje putem rasta biljaka

- Na početku eksperimenta, sve saksije su imale sličan redoks potencijal zemljišta koji je iznosio oko 230 m/v za *B. gymnorrhiza* i oko 236 za *K. candel*. Na kraju, redoks potencijal zemljišta je značajno opao u korelaciji sa dužinom vremena plavljenja.



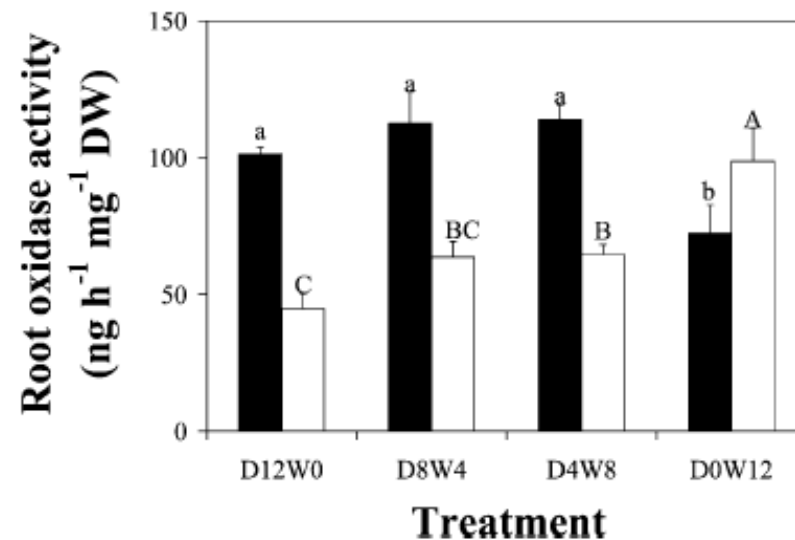
- ▶ Finalna biomasa izdanaka *B. gymnorrhiza* bila je značajno veća nego ona kod *K. candel*, ali nije bilo značajne razlike u biomasi korijena između dvije vrste .
- ▶ *K. candel* je imala manji odnos veličina izdanka i korijena (S/R – shoot/root) nego *B. gymnorrhiza*. Isto tako, kod vrste *K. candel*, S/R je bila manja kod jedinki koje su stavljene u suvo zemljište nego kod onih koje su bile pod uslovima plavljenja



Prikaz biomase stabljike i korijena vrsta pojedinačno i njihovog međusobnog odnosa, vrsta *B. gymnorrhiza* - crna boja, *K. candel* – bijela boja. D –isušivanje, W – plavljenje

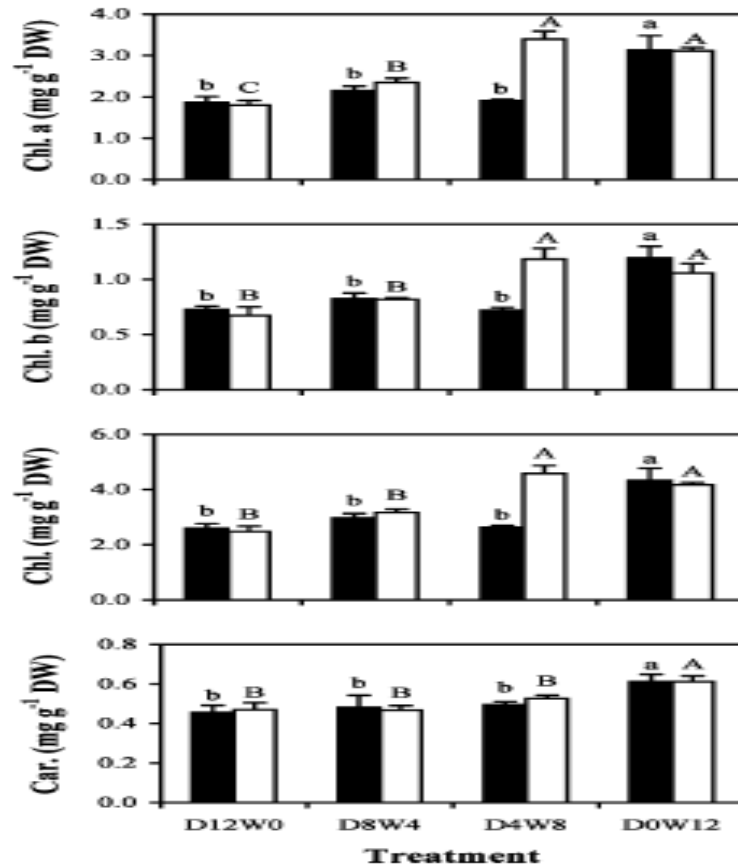
Fiziološki odgovor biljaka na plavljenje

- ▶ Mjereći aktivnost korijenske oksidaze naučnici su došli do zaključka da vrste imaju različite odgovore na plavljenje.
- ▶ Kod *B. gymnorrhiza* izloženoj velikoj količini vode, aktivnost oksidaze u korijenu je značajno opala u odnosu na jedinke koje nisu izložene vodi. Kod *K. candel*, je ponovo suprotno, nađena značajno povećana aktivnost oksidaze u onim jedinkama izloženim plavljenju.



Aktivnost korijenske oksidaze na kraju različitih tretmana plavljenjem

- Praćena je i promjena koncentracije hlorofila i karotenoida. Kod *B. gymnorrhiza* zabilježen je znaćajan porast koncentracije hlorofila a, hlorofila b i ukupnog hlorofila kod jedinki izloženih plavljenju. Isto je zabilježeno i za jedinke *K. candel*.
- Što se tiće koncentracije karotenoida, kod objije vrste, bila je najveća kod jedinki izloženih plavljenju



- ▶ Aktivnost nitrat reduktaze zabilježena je kao povećana u listu i izdanku u odnosu na korijen, ali samo za vrstu *B. gymnorrhiza*, dok je za vrstu *K. candel* ona smanjena sa dužinom plavljenja.
- ▶ Aktivnost peroksidaze je zabilježena kao povećana prilikom plavljenja, značajno je veća kod *K. candel* u odnosu na *B. gymnorrhiza*
- ▶ . Aktivnost superoksid dizmutaze stabljici i korijenu je evidentirana kao najveća prilikom plavljenja, pogotovo kod vrste *K. candel*.
- ▶ Kod vrste *K. candel*, svi prije navedeni enzimi imali su znatno povećanu aktivnost u uslovima plavljenja, pogotovo peroksidaza i superoksid dizmutaza.
- ▶ Kako su ovi enzimi odgovorni za razlaganje štetnih materija koje nastaju u uslovima intenzivnog plavljenja, zaključeno je da je *K. candel* znatno više otporna na duže plavljenje od vrste *B. gymnorrhiza*.
- ▶ Biljke koje nemaju dovoljno kapaciteta da razviju veće intercelularne prostore prilikom anaerobnih uslova, pretrpeće anoksiju u korijenu. Stimulus koji izaziva čitav niz reakcija koje na kraju dovode do stvaranja aerenhima jeste povećana količina etilena u poplavljenoj biljci.
- ▶ Najveći broj dokaza navodi na to da je nedostatak kiseonika najznačajniji razlog oštećenja biljaka prilikom poplave. U uslovima poplave, lenticele na stablima postaju hipertrofirane, što im povećava površinu i olakšava razmjenu rastvorenih gasova iz vode.
- ▶ Kao odgovor na plavljenje, mnoge biljke stvaraju nove adventivne korijenove koji nadoknađuju gubitak djelova pravog korijena i tako stvaraju dopunski sistem za apsorpciju vode i minerala

▶ **4.Zaključak**

- ▶ Studija je pokazala da *K. candel* može da podnese duže izlaganje plavljenju od *B. gymnorrhiza* što je kasnije potvrđeno preklapanjem mapa distribucije ovih vrsta.
- ▶ *K. candel* je šire zastupljena u priobalju i ima pionirsku sklonost dok je *B. gymnorrhiza* češća u srednjem nivou plime mangrovih močvara.
- ▶ Ako plavljenje dodje u vrijeme sezone rasta biljaka, biće mnogo štetnije nego u ostalom dijelu godine.
- ▶ Isto tako, značajno je i to da li se voda koja plavi zemljište kreće ili se zadržava. Voda koja miruje je znatno štetnija.

HVALA NA PAŽNJI!

Milena Nenadović